

Animal Sciences Group

Kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 198

Vloerkoeling bij lacterende zeugen

Januari 2009



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Opdrachtgever/financier:
PVE en Nooyen Pig Flooring

Uitgever
Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie
Communication Services

Aansprakelijkheid
Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability
Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Referaat
ISSN 1570 - 8616

Auteurs
A.I.J. Hoofs, G.P. Binnendijk en J. H. Horrevorts

Titel
Vloerkoeling voor lacterende zeugen

Samenvatting
Koelen van een deel van de ligvloer van de zeug in het kraamhok (cool-sow systeem) verhoogt het thermisch comfort van de zeug. In dit onderzoek is vastgesteld dat de voeropname van de kraamzeugen op het cool-sow systeem gemiddeld 0,3 kg per dag hoger, het gewichtsverlies tijdens de lactatie 1,5% lager en het speengewicht van de biggen 0,4 kg hoger is. In de volgende worp wordt gemiddeld 1 levend geboren big meer geboren. In de zomerperiode zijn de verschillen duidelijk groter dan in de winterperiode. Biggen die gespeend worden bij zeugen die gehuisvest waren op het cool-sow systeem hebben een gunstigere voeder- en EW-conversie in de opfokperiode. Ook de gezondheid van de biggen is beter. Het economisch voordeel van het cool-sow systeem is in dit onderzoek 13 euro per gemiddelde aanwezige zeug per jaar.

Trefwoorden
Vloerkoeling, cool-sow, kraamzeugen, thermisch comfort, voeropname lacterende zeugen, energiebesparing



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR



Rapport 198

Vloerkoeling bij lacterende zeugen

A.I.J. Hoofs

G.P. Binnendijk

J.H. Horrevorts

Januari 2009

Voorwoord

De Animal Sciences Group van Wageningen UR is steeds op zoek naar innovatieve duurzame huisvestingssystemen. Hierbij proberen we ondermeer de volgende items geïntegreerd op te lossen: rendement, dierwelzijn, diergezondheid, arbeidsomstandigheden en milieu. Het cool-sow systeem is een voorbeeld van een innovatie in het kraamhok waarmee het thermisch comfort van de zeug verbeterd wordt, energie hergebruikt kan worden en waarmee de productieresultaten van de zeugen verbeterd worden. Dit onderzoek toont aan dat het cool-sow systeem een economisch verantwoorde investering is.

De auteurs willen het PVE en Nooyen Pig Flooring bedanken voor de financiering van dit onderzoek en de constructieve samenwerking gedurende de looptijd van dit project.

Samenvatting

In opdracht van het Productschap Vee en Vlees (PVV) en Nooyen Pig Flooring heeft Praktijkcentrum Sterksel in de periode van 2006-2008 onderzoek verricht naar vloerkoeling bij lacterende zeugen, het zogenaamde cool-sow systeem.

De ruimtetemperatuur in de kraamstal is in de praktijk door de hoge warmteproductie van de zeugen meestal hoger dan 22°C. Onder deze omstandigheden kan de zeug haar lichaamswarmte moeilijk aan de omgeving afgeven, wat kan leiden tot een verminderde voeropname van de zeug. Dit kan vervolgens leiden tot een lagere melkproductie en daardoor een lagere groeisnelheid van de biggen. Ook neemt hierdoor het gewichtsverlies van de zeug tijdens de lactatie toe, waardoor de reproductieresultaten van de zeug, met name de grootte van de volgende worp, negatief beïnvloed kan worden. Het koelen van de vloer waarop de zeug ligt (cool-sow systeem), is een maatregel die de warmteafgifte door geleiding verhoogt en daarmee bijdraagt aan verhoging van het thermisch comfort van de zeug. In dit onderzoek is nagegaan wat het effect is van het cool-sow systeem op de reproductieresultaten van de zeug en biggen in het kraamhok en op de technische resultaten van de gespeende biggen. Ook is berekend wat de meeropbrengst van het cool-sow systeem is.

Het onderzoek is uitgevoerd in twee kraamafdelingen gedurende 10 ronden. Alle kraamhokken waren voorzien van het cool-sow systeem. Per hok was de koeling aan of uit te zetten. In de helft van de kraamhokken in iedere afdeling werd de vloer onder de zeug gekoeld, gedurende de hele kraamperiode. In de andere helft van de kraamhokken was dit niet het geval. De vloer onder de zeug was voorzien van gegalvaniseerde metalen driekant roosters met een dicht vloergedeelte onder de schouder van de zeug. Uitsluitend het vloergedeelte onder de nek/schouder werd gekoeld. De koelwatertemperatuur was ingesteld op 21°C. Beide proefafdelingen waren voorzien van mestpanventilatie. Het ondergrondse luchtkanaal zorgde ervoor dat de lucht werd geconditioneerd. Het onderzoek is uitgevoerd met in totaal 229 zeugen en 672 gespeende biggen.

Vanaf inleg in het kraamhok tot spenen werd aan de zeugen twee maal daags standaard lactovoer verstrekt in een klepelbak. Dagelijks werd op basis van de gerealiseerde voeropname de voergift al dan niet bijgesteld.

Op basis van dit onderzoek wordt geconcludeerd dat wanneer lacterende zeugen en hun biggen gehuisvest zijn op het cool-sow-systeem:

- De voeropname van de zeug tijdens de lactatie hoger is (gemiddeld 0,3 kg per dag). Ten aanzien van dit kenmerk is geen seizoenseffect aangetoond.
- Het gewichtsverlies van de zeug tijdens de lactatie lager is (gemiddeld 1,5%). Ten aanzien van dit kenmerk is een seizoenseffect aangetoond: in de zomerperiode is dit verschil gemiddeld 3,5%, in de winterperiode is er geen verschil.
- Het speengewicht van de biggen hoger is (gemiddeld 0,4 kg). Ten aanzien van dit kenmerk is een seizoenseffect aangetoond: in de zomerperiode is dit verschil gemiddeld 0,5 kg en in de winter gemiddeld 0,2 kg.
- Er een tendens tot minder veterinair behandelde zuigende biggen is.
- De worpgrootte van de volgende worp gemiddeld 1 levend geboren big meer is (in worpen van eerste inseminatie). Ten aanzien van dit kenmerk is geen seizoenseffect aangetoond.

Gespeende biggen van zeugen die tijdens de lactatie gehuisvest waren op een cool-sow systeem realiseren ten opzichte van biggen van lacterende zeugen die niet op een cool-sow systeem gehuisvest waren:

- een gunstigere voeder- en EW-conversie (respectievelijk 0,03 en 0,04 gunstiger);
- een lager percentage behandelde biggen (gemiddeld 2,3%);
- een tendens tot een lagere uitval.

Per zeug is per kraamstalperiode (van inleg tot spenen) gemiddeld 37 Watt warmte afgegeven aan het koelwater. In de zomer is dit beduidend hoger (67 Watt) dan in de winter (10 Watt).

Het economisch voordeel van het cool-sow systeem is berekend op 13,30 euro per gemiddeld aanwezige zeug per jaar. Het berekende economisch voordeel geldt onder de beschreven onderzoeksomstandigheden. In de praktijk gelden vaak andere omstandigheden waardoor dit economisch voordeel kan variëren. Zo is bijvoorbeeld niet bekend in hoeverre de gevonden verschillen van toepassing zijn bij andere kruisingsstypes, andere toegepaste voeders, andere voerfrequentie of een andere speenleeftijd.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

| | | |
|--|--------------------------------|-----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 2 | Materiaal en methode | 2 |
| 2.1 Proefbehandelingen..... | | 2 |
| 2.2 Proefopzet en proefindeling | | 3 |
| 2.3 Voeding | | 4 |
| 2.4 Huisvesting en klimaat | | 4 |
| 2.5 Waarnemingen..... | | 5 |
| 2.6 Verwerking van de gegevens..... | | 6 |
| 3 | Resultaten en discussie | 7 |
| 3.1 Resultaten zeug en biggen zoogperiode..... | | 7 |
| 3.2 Technische resultaten biggen in de opfokperiode..... | | 10 |
| 3.3 Resultaten zeugen in de volgende cyclus..... | | 11 |
| 3.4 Klimaatparameters..... | | 14 |
| 3.5 Energieopbrengst uit het cool –sow systeem..... | | 14 |
| 4 | Economisch perspectief | 16 |
| 5 | Praktijktoepassing | 18 |
| 6 | Conclusies | 19 |
| Literatuur..... | | 20 |

1 Inleiding

In opdracht van het Productschap Vee en Vlees (PVV) en Nooyen Pig Flooring heeft Praktijkcentrum Sterksel in de periode van 2006-2008 onderzoek verricht naar vloerkoeling bij lacterende zeugen, het zogenaamde cool-sow systeem.

De ruimtetemperatuur in de kraamstal is in de praktijk door de hoge warmteproductie van de zeugen meestal hoger dan 22°C. Onder deze omstandigheden kan de zeug haar lichaamswarmte moeilijk aan de omgeving afgeven, wat kan leiden tot een verminderde voeropname van de zeug. Dit kan leiden tot een lagere melkproductie en daardoor tot een lagere groeisnelheid van de biggen. Ook neemt hierdoor het gewichtsverlies van de zeug tijdens de lactatie toe, waardoor de reproductieresultaten van de zeug, met name de grootte van de volgende worp, negatief beïnvloed kan worden. Het koelen van de vloer waarop de zeug ligt is een maatregel die de warmteafgifte door geleiding verhoogt en daarmee bijdraagt aan verhoging van het thermisch comfort van de zeug.

In opdracht van het PVV heeft de Animal Sciences Group van Wageningen UR (ASG-WUR) in 2004 op Praktijkcentrum Sterksel onderzoek verricht naar het effect van een gekoelde vloer onder de schouder van de zeug in het kraamhok op de voeropname en de lighouding van de zeug en de groei van de biggen (Van Wagenberg et al, 2004). Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat de voeropname van de zeug in de kraamperiode zo'n 13% (20 kg/ronde) hoger ligt, en de biggen 22 gram per dag harder groeien waardoor ze een 0,6 kg hoger speengewicht hebben. De lighouding van de zeug verandert nauwelijks. Er was geen effect op uitvalpercentage van de biggen. Het onderzoek gaf een indicatie dat de conditie van de zeugen bij spenen beter is (circa 3 kg minder gewichtsverlies), waardoor ook positieve effecten op de reproductie te verwachten zijn. Dit kon echter, gezien het geringe aantal zeugen in dit onderzoek, niet aangetoond worden. Het onderzoek is destijds uitgevoerd met geplastificeerde gekoelde en ongekoelede vloeren onder de zeug.

De warmte die aan de vloer wordt onttrokken kan via een warmtepomp ingezet worden voor verwarming van onder andere de vloer in biggenopfokafdelingen. De extra jaarkosten van het cool-sow systeem inclusief warmtepomp en warmteopslagsysteem in de bodem werden geschat op € 12,- per productieve zeug per jaar, waarvan € 7,- terug te verdienen is door besparing op verwarmingskosten. Naar verwachting zal het financiële voordeel van het systeem tot uiting komen door de gunstige effecten op de reproductieresultaten van de zeug en de technische resultaten van de biggen als gespeende big en vleesvarken.

Dit (vervolg)project was derhalve gericht op het verkrijgen van inzicht in de reproductieresultaten van de zeugen in de volgende worp en de technische resultaten van de gespeende biggen en vleesvarkens, wanneer zeugen gedurende de lactatie op een gekoelde vloer waren gehuisvest. Daarnaast is inzicht verkregen voor het maken van een economische afweging, door de meeropbrengsten en de te maken kosten in beeld te brengen.

In het onderzoek zijn géén lange termijn effecten van de zeugen onderzocht, maar zijn de waarnemingen beperkt tot de volgende worp (tot en met werpen). Een deel van de biggen die tijdens de onderzoeksperiode bij de lacterende zeugen lagen is ook gevolgd in de opfokperiode.

2 Materiaal en methode

Het onderzoek is uitgevoerd op Praktijkcentrum Sterksel in de periode van juli 2006 tot en met mei 2008. Het onderzoek is uitgevoerd met in totaal zijn 229 zeugen verdeeld over 10 rondes in twee vrijwel identieke afdelingen. In de biggenopfok zijn, verdeeld over 4 rondes, in totaal 672 biggen gevolgd.

2.1 Proefbehandelingen

In dit onderzoek zijn twee proefbehandelingen vergeleken:

1. Geen vloerkoeling: de koeling onder de voorzijde van de zeug was de gehele kraamperiode uitgeschakeld, waardoor er geen sprake was van vloerkoeling;
2. Wel vloerkoeling: de koeling onder de voorzijde van de zeug was de gehele kraamperiode ingeschakeld.

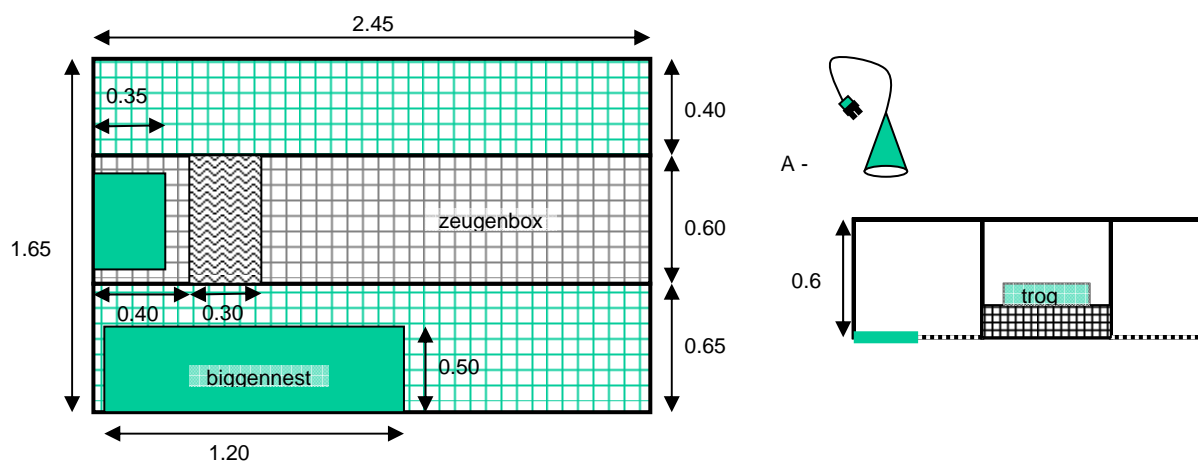
De vloerkoeling werd ingeschakeld op 1 dag na inleg van de zeugen in het kraamhok.

Het onderzoek is uitgevoerd in twee kraamafdelingen met elk 12 kraamhokken. Alle hokken in beide afdelingen waren voorzien van een cool-sow systeem dat per hok aan of uit gezet kon worden.

In het kraamhok lag onder de zeug een gegalvaniseerd metalen driekant rooster zonder antislip profiel, dat ter hoogte van het te koelen gedeelte (schouder/nek) was voorzien van dichte platen. Onder deze platen waren pijpen gelast (22 mm buitendiameter) waar het koelwater doorheen stroomde. De plaats van het koelgedeelte was zodanig gekozen dat de zeug alleen met het voorste gedeelte van het lichaam hierop kon liggen. Hiermee werd voorkomen dat de uier gekoeld werd. Wanneer de koeling was ingeschakeld werd grondwater met een temperatuur van circa 21 °C in het vloercircuit gepompt. Deze temperatuur was via eerder uitgevoerd onderzoek bepaald. Het streven was om circa 100 Watt aan voelbare warmte per kraamhok af te voeren.

In figuur 1 zijn een schematisch bovenaanzicht en een dwarsdoorsnede van een kraamhok met het cool-sow systeem weergegeven.

Figuur 1 Schematisch bovenaanzicht en een dwarsdoorsnede van een kraamhok met het cool-sow systeem

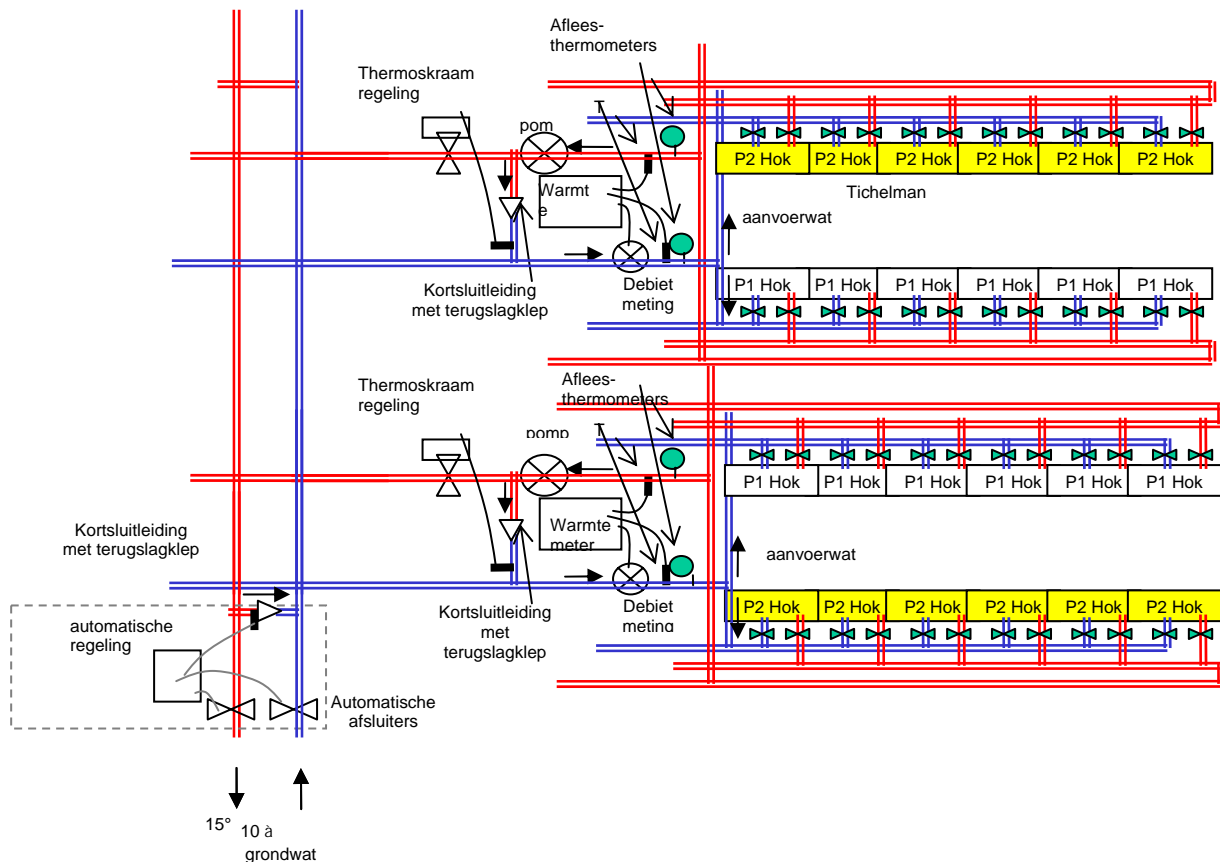


In figuur 2 staat het schematisch ontwerp van het koelcircuit.

De cool-sow-vloeren waren parallel aangesloten aan het koelcircuit volgens het Tichelman-systeem, waardoor alle vloeren dezelfde hoeveelheid koelwater kregen. In het circuit was een kortsluitleiding opgenomen met een terugslagklep. De automatische regeling was zodanig ingesteld dat de afsluiters openden bij een watertemperatuur van 21 °C in de kortsluitleiding. Op dat moment kwam er kouder grondwater (circa 10-12 °C) in het circuit. Direct na de automatische afsluiter (aan de aanvoerszijde) was in de leiding een plaatje geplaatst om de doorstroming van het grondwater te remmen. In dit plaatje zat een gaatje van ongeveer 10 mm, dat zorgde voor menging van het warme water uit de kortsluitleiding met het koudere grondwater. De afsluiters gingen weer dicht zodra de temperatuur in de kortsluitleiding onder de 21 °C kwam. De rondpompsnelheid van het koelwater

was ongeveer 20 liter per minuut, dus per hok 3,3 liter per minuut. Het temperatuurverschil tussen het water in de aanvoerleiding en de afvoerleiding van de hokken was gering (maximaal enkele tienden van graden). Ten behoeve van het onderzoek kon de koeling per hok handmatig aan- en uitgezet worden.

Figuur 2 Schematisch overzicht van het koelsysteem



2.2 Proefopzet en proefindeling

Kraamperiode

Iedere ronde zijn uit een groep van circa 40 hoogdragende zeugen (kruising NL x GY₂), gedekt door een Tempo-einddbeer, 24 zeugen gekozen voor dit onderzoek. Zeugen waarvan (redelijk) zeker was dat ze na spenen zouden worden afgevoerd werden buiten de proef gelaten omdat in principe de reproductieresultaten tot en met de volgende worp verzameld werden. Derhalve werden ook zeugen met een pariteit hoger dan 6 zoveel mogelijk uit de proef gelaten.

De beschikbare zeugen werden verdeeld in tweetallen. Elk tweetal had hetzelfde worpnummer, een vergelijkbaar lichaamsgewicht en een vergelijkbare verwachte werpdatum. Van elk tweetal werd één zeug toegekend aan de proefbehandeling "geen vloerkoeling" en één zeug aan de proefbehandeling "wel vloerkoeling". De proefbehandelingen waren voorafgaand aan de ronde geloot over de hokken. De zeugen werden circa 5 dagen voor de verwachte werpdatum in het kraamhok gelegd.

Tussen 24 en 48 uur na het werpen van de zeugen zijn de tomen geüniformeerd op gelijke aantallen biggen. De biggen werden gespeend op gemiddelde leeftijd van 27 dagen.

Na de kraamperiode zijn de zeugen verplaatst naar een conventionele dekstal. Drie tot vier dagen na het dekken zijn de zeugen verplaatst naar een drachtafdeling met groepshuisvesting (voerstation, voerligboxen met uitloop of gelijktijdig vreten via een lange trog).

Biggenopfokperiode

In de eerste vier ronden in de kraamstal zijn biggen geselecteerd die vervolgd werden in de biggenopfok. Er is op toomniveau geselecteerd. Van de 24 tomen per ronde zijn 20 tomen gevolgd in de biggenopfok. De selectie van tomen vond plaats op basis van de volgende criteria:

- 10 tomen uit de proefbehandeling “geen vloerkoeling” en 10 tomen uit de proefbehandeling “wel vloerkoeling”;
- vergelijkbare leeftijd van de biggen;
- de gevonden verschillen tussen de twee proefbehandelingen aan het einde van de kraamperiode (verschillen in gemiddeld speengewicht van de biggen en/of spreiding in speengewicht (standaard deviatie)) werden bij opleg in de opfokafdelingen zo goed mogelijk gehandhaafd.

De gespeende biggen bleven als toom bij elkaar en werden verplaatst naar twee biggenopfokafdelingen met elk 10 biggen per hok. De biggen uit één kraamafdeling zijn in één biggenopfokafdeling gelegd. De helft van iedere biggenopfokafdeling werd volgelegd met biggen uit het cool-sow systeem en de andere helft met biggen uit de controlegroep. De verdeling van de tomen uit de verschillende proefbehandelingen over de hokken in de biggenopfokafdelingen is volgens loting bepaald.

2.3 Voeding

Zeugen

Vanaf inleg in het kraamhok tot het spenen werd aan de zeugen twee maal daags een commercieel lactozeugenvoer (ruw eiwit = 154 g/kg, ruwe celstof = 63 g/kg, ruw vet = 54 g/kg, lysine 8,9 g/kg en fosfor 5,9 g/kg) verstrekt in een klepelbak. Tot circa 1 dag voor het werpen kregen de zeugen 3,4 kg voer per dag. Vanaf 1 dag voor tot 1 dag na het werpen werd 1 kg voer per dag verstrekt. Vervolgens werd de voergift in 12 dagen verhoogd tot maximaal 7 kg per dag.

Doelstelling was om de lacterende zeugen na dag 14 zo veel mogelijk voer te laten opnemen (tot dag 14 werd volgens de voercurve gevoerd om het risico van “overvoeren” uit te sluiten). Circa 1 uur na de ochtend voerbeurt (dus één keer per dag) werd door de diervoorzorgster ingeschat of de voergift te ruim, voldoende of te laag was. Op basis hiervan werd, indien nodig, de voergift voor de volgende voerbeurt in de computer bijgesteld.

Drinkwater stond voor de zeugen onbeperkt ter beschikking via een nippel in de trog.

Zuigende biggen

De zuigende biggen werden vanaf circa 8 dagen leeftijd twee maal daags bijgevoerd. Eerst kregen zij een melkrijk product in meelvorm. Na enkele dagen werd geleidelijk overgeschakeld op een speenkorrel dat verstrekt werd tot het spenen. Drinkwater stond onbeperkt ter beschikking via een drinkbakje.

Gespeende biggen

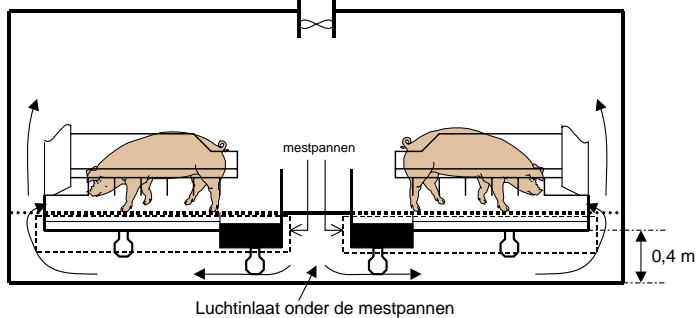
De biggen zijn vanaf spenen tot aan het einde van de opfok onbeperkt gevoerd via een droogvoerbak met twee eetplaatsen per hok. De eerste week na spenen kregen ze een standaard speenkorrel, daarna een standaard biggenopfokkorrel.

Drinkwater stond onbeperkt ter beschikking via een drinkbakje (1 drinkbakje per hok).

2.4 Huisvesting en klimaat

Kraamhokken

Het onderzoek is uitgevoerd in twee vergelijkbare kraamafdelingen. Elke kraamafdeling had twee rijen met zes kraamhokken en een controlegang in het midden. De hokken waren 2,4 m lang en 1,7 m breed. De zeugenbox was recht opgesteld en onder de zeug voorzien van een gegalvaniseerd metalen driekant rooster. De rest van het kraamhok was voorzien van een geplastificeerd metalen rooster met een dicht kunststof biggennestgedeelte van 120 cm x 50 cm. Gedurende de eerste 4 tot 7 dagen na de geboorte werd een biggenlamp van 150 Watt gebruikt voor verwarming van het biggennest. Onder ieder kraamhok lag een mestpan met een mest- en watergedeelte (emissie-arm huisvestingssysteem). In figuur 3 is een dwarsdoorsnede van de kraamafdeling weergegeven.

Figuur 3 Dwarsdoorsnede kraamafdeling

De afdelingen werden mechanisch geventileerd. Ventilatie en verwarming werden computermatig gestuurd op basis van de gemeten ruimtetemperatuur op 1,2 m hoogte, ongeveer 2 m van de zijmuur en boven een van de middelste hokken. De verse lucht kwam van buiten via de centrale gang in de stal, en ging vanuit de centrale gang via een opening in de vloer van de centrale gang naar de ruimte tussen de mestpannen en de betonnen ondervloer van de afdeling (mestpanventilatie, zie figuur 3). Van daaruit kwam de verse lucht in de afdeling via een gangetje of koker naar de voorkant van het kraamhok.

Het ondergrondse kanaal zorgde ervoor dat de lucht werd geconditioneerd. Indien de lucht met een temperatuur lager dan circa 15°C het ondergrondse kanaal instroomde, werd deze enkele graden voorverwarmd. Lucht warmer dan circa 20°C werd enkele graden gekoeld. De gehanteerde klimaatinstellingen staan in tabel 1.

Tabel 1 Gehanteerde klimaatinstellingen in de kraamafdelingen

| | Begin T ventilatie (°C) | Min ventilatie per zeug (m ³ /h) | Max ventilatie per zeug (m ³ /h) |
|----------------------------------|----------------------------|--|--|
| Voor werpen | 20 | 18 | 160 |
| Dagen rondom werpen | 23 | 18 | 160 |
| Vanaf dag 7 na werpen tot spenen | 20 | 35 | 200 |
| P-band ventilatie: 5 °C | | | |
| Neutrale zonde: 2 °C | | | |

Gespeende biggen

De twee biggenopfokafdelingen hadden elk 10 hokken voor 10 biggen en conventionele huisvesting met een volledig roostervloer, met volkern of geplastificeerde roosters. In beide afdelingen werd plafondventilatie (mineraalwol) toegepast. De gehanteerde klimaatinstellingen staan in tabel 2.

Tabel 2 Gehanteerde klimaatinstellingen in de biggenopfokafdelingen

| Dagen na spenen | Begin T ventilatie (°C) | Min ventilatie per big (m ³ /h) | Max ventilatie per big (m ³ /h) |
|-------------------------|----------------------------|---|---|
| Dag 1 | 28 | 2 | 10 |
| Dag 21 | 24 | 4 | 15 |
| Dag 42 | 22 | 6 | 20 |
| P-band ventilatie: 5 °C | | | |
| Neutrale zonde: 2 °C | | | |

2.5 Waarnemingen

Tijdens het onderzoek zijn de volgende waarnemingen uitgevoerd en gegevens verzameld.

In de zoogperiode zijn de productieresultaten van de zeugen (aantal geboren biggen, gewicht van de biggen bij geboorte en spenen) geregistreerd. De zeugen zijn gewogen na het werpen en bij spenen. Ook zijn de verstrekte hoeveelheden voer aan de zeugen en biggen vastgelegd. Verder zijn de veterinaire behandelingen van zeugen en biggen en uitval van de biggen (met vermoedelijke reden) bijgehouden. Tijdens het onderzoek zijn elf zeugen voortijdig uit de proef genomen. Deze elf zeugen, waarvan vijf uit de controlegroep en zes uit de proefgroep, waren ziek. De resultaten van deze zeugen, en bijbehorende biggen, zijn buiten beschouwing gelaten.

Bij het spenen en aan het einde van de opfokperiode zijn de biggen gewogen. De in de opfokperiode verstrekte hoeveelheid voer is per voersoort per hok vastgelegd. Verder zijn de veterinaire behandelingen en uitval (met vermoedelijke reden) van biggen bijgehouden. De biggen uit de eerste vier ronden van het onderzoek in de zoogperiode zijn tevens in de opfokperiode gevolgd. De bedoeling was deze dieren in de vleesvarkenfase verder te volgen als er tijdens de opfokperiode nog verschillen in technische resultaten waren. Echter, tijdens de opfokperiode bleken er, op basis van deze vier ronden, geen (interessante) verschillen tussen de dieren in de beide proefbehandelingen. Er is toen besloten om het onderzoek alleen in de kraamstal voort te zetten.

De zeugen in dit onderzoek zijn na het spenen nog gevolgd tot de volgende worp. Van de volgende worp zijn aantal geboren biggen en geboortegewicht van de biggen vastgelegd. Van zeugen die geen volgende worp hebben gebracht is de reden van afvoer vermeld.

Gedurende alle rondes zijn ieder uur door de klimaatcomputer buitentemperatuur, ruimtetemperatuur (zelfde temperatuurvoeler die klimaat regelt) en ventilatiedebiet vastgelegd. Van deze cijfers zijn rondegemiddelden bepaald.

Om na te gaan welk effect het cool-sow systeem had op de warmtebalans van de zeugen, is de via de vloeren onttrokken energie elk kwartier gemeten. De gegevens zijn gebruikt om de gemiddelde energieonttrekking in Watt te berekenen.

2.6 Verwerking van de gegevens

De groei en voeropname van de biggen in de zoogperiode en het gewichtsverloop en de voeropname van de zeugen zijn geanalyseerd onder variantie-analyse onder het volgende model:

$Y = \text{aantal gespeende biggen} + \text{lengte zoogperiode} + \text{worpnummer zeug} + \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{proefbehandeling} + \text{restterm}$

waarbij Y de te analyseren variabele was.

Veterinaire behandelingen van de zeugen en de biggen, als ook uitval van de biggen, zijn geanalyseerd met de Chi-kwadraattoets.

De technische resultaten (groeisnelheid, voer- en EW-opname en voeder- en EW-conversie) in de opfokperiode zijn geanalyseerd onder variantie-analyse onder het volgende model:

$Y = \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{proefbehandeling} + \text{restterm}$

waarbij Y de te analyseren variabele was.

Veterinaire behandelingen en uitval van de biggen zijn geanalyseerd met de Chi-kwadraattoets.

Het interval spenen – eerste inseminatie is in een aantal klassen verdeeld. Met het drempelmodel van McCullagh is nagegaan of er een verschuiving is opgetreden in het aantal zeugen over de onderscheiden klassen. Totaal geboren en aantal levend geboren biggen als ook geboortegewicht van de levend geboren biggen en toomgewicht bij de volgende worp zijn geanalyseerd onder regressie-analyse onder het volgende model:

$Y = \text{lengte zoogperiode vorige cyclus} + \text{worpnummer zeug} + \text{ronde} + \text{kraamafdeling vorige cyclus} + \text{proefbehandeling} + \text{restterm}$

waarbij Y de te analyseren variabele was.

In een aanvullende analyse is het effect van seizoen van werpen (zomer- versus winterperiode) op de technische resultaten in de kraamfase en op de volgende worp bekeken. Hiervoor is hetzelfde analysemodel gebruikt, waarin tevens het seizoen en de interactie tussen seizoen en proefbehandeling zijn opgenomen. Wanneer de zeugen geworpen hadden in de maanden mei tot en met september is dit beschouwd als in de zomerperiode. Onder de winterperiode zijn de worpen in de periode oktober tot en met april meegenomen.

3 Resultaten en discussie

Het cool-sow systeem heeft technisch goed gefunctioneerd.

3.1 Resultaten zeug en biggen zoogperiode

Technische resultaten

In tabel 3 staan de technische resultaten van de zeugen en biggen gedurende de zoogperiode vermeld.

Tabel 3 Technische resultaten van zeugen en biggen in de zoogperiode bij het al dan niet koelen van een gedeelte van de vloer in de zeugenbox

| | Geén vloerkoeling | Wel vloerkoeling | SEM ¹ | Significantie ² |
|--|-------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| Aantal zeugen | 115 | 114 | | |
| Worptest | 3,6 | 3,6 | | |
| Totaal geboren biggen | 13,9 | 14,4 | | |
| Levend geboren | 12,6 | 12,7 | | |
| Doodgeboren | 1,1 | 1,2 | | |
| Aantal biggen na standaardisatie | 12,1 | 12,1 | | |
| Geboortegewicht biggen na standaardisatie (kg) | 1,42 | 1,39 | 0,020 | n.s. |
| Lengte zoogperiode (d) | 27,1 | 26,7 | | |
| Aantal biggen gespeend | 10,9 | 10,9 | | |
| Speengewicht biggen (kg) | 8,0 | 8,4 | 0,08 | *** |
| Groei biggen (g/d) | 243 | 257 | 2,8 | *** |
| Voeropname biggen: | | | | |
| - melkkorrel (kg/toom) | 0,74 | 0,76 | 0,026 | n.s. |
| - mengsel melkkorrel+spenkorrel (kg/toom) | 1,02 | 1,00 | 0,038 | n.s. |
| - spenkorrel (kg/toom) | 2,18 | 2,16 | 0,099 | n.s. |
| - totaal (kg/toom) | 3,94 | 3,91 | 0,133 | n.s. |
| - totaal (kg/big) | 0,36 | 0,36 | 0,013 | n.s. |
| Gewichtsverloop zeugen: | | | | |
| - gewicht na werpen (kg) | 252,4 | 252,3 | | |
| - gewicht bij spenen (kg) | 226,8 | 230,5 | 1,2 | * |
| - gewichtsafname (kg) | 25,6 | 21,8 | 1,2 | * |
| - gewichtsafname (%) | 10,2 | 8,6 | 0,45 | * |
| Voeropname zeugen: | | | | |
| - van werpen tot spenen (kg) | 141,2 | 149,0 | 1,64 | *** |
| - gemiddeld per dag (kg) | 5,24 | 5,53 | 0,06 | *** |

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Signif = significantie; n.s. = niet significant; * = (p < 0,05); *** = (p < 0,001)

De biggen die zijn gezoogd door zeugen op een gekoelde vloer zijn sneller gegroeid en waren daardoor bij een vergelijkbare duur van de zoogperiode gemiddeld 0,4 kg zwaarder bij spenen. De opname van vast voer van deze biggen ligt op een vergelijkbaar niveau met die van de biggen die gezoogd werden door zeugen zonder vloerkoeling.

De zeugen die op een gekoelde vloer lagen hebben meer voer opgenomen tijdens de zoogperiode. Gemiddeld ligt de voeropname van die zeugen 0,3 kg per dag hoger dan van de zeugen die op een niet-gekoelde vloer lagen. Het gewichtsverlies van de zeugen tijdens de zoogperiode is hierdoor ongeveer 1,5 % lager dan bij zeugen die niet op een gekoelde vloer waren gehuisvest.

In de eerste twee weken van de zoogperiode is het voerniveau van alle zeugen op een vergelijkbaar niveau gehouden om 'overeten' te voorkomen. Het gemiddelde verschil in voeropname van 0,3 kg over de gehele zoogperiode betekent dat het verschil tussen de beide proefgroepen in de laatste weken van de zoogperiode zo'n 0,5 kg per dag bedraagt.

In tabel 4 zijn de technische resultaten per proefbehandeling en per seizoen van werpen (zomer- of winterperiode) vermeld. Onder 'zomerperiode' wordt verstaan dat de zeugen in de maanden mei tot en met september hebben geworpen. Werpen in de periode oktober tot en met april vallen onder de 'winterperiode'.

Tabel 4 Technische resultaten van zeugen en biggen in de zoogperiode bij werpen in de zomer- dan wel winterperiode, bij het al dan niet koelen van een gedeelte van de vloer in de zeugenbox

| Proefbehandeling Seizoen | Geén vloerkoeling | | Wel vloerkoeling | | SEM ¹ | Significantie ² | |
|---|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------------------|--------------------|
| | zomer ⁵ | winter ⁵ | zomer ⁵ | winter ⁵ | | Seiz ³ | Inter ⁴ |
| Aantal zeugen | 57 | 58 | 57 | 57 | | | |
| Worppnummer | 3,7 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | | | |
| Totaal geboren biggen | 13,8 | 14,1 | 14,2 | 14,5 | | | |
| Levend geboren | 12,3 | 12,9 | 12,8 | 12,7 | | | |
| Doodgeboren | 1,3 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | | | |
| Aantal biggen na standaardisatie | 11,9 | 12,3 | 12,0 | 12,2 | | | |
| Geboortegewicht biggen na standaardisatie (kg) | 1,47 ^a | 1,36 ^b | 1,41 ^{ab} | 1,37 ^b | 0,030 | * | n.s. |
| Lengte zoogperiode (d) | 27,1 | 27,2 | 27,1 | 26,3 | | | |
| Aantal biggen gespeend | 11,0 | 10,8 | 11,0 | 10,7 | | | |
| Speengewicht biggen (kg) | 7,7 ^a | 8,3 ^{bc} | 8,2 ^b | 8,5 ^c | 0,12 | ** | n.s. |
| Groei biggen (g/d) | 231 ^a | 255 ^{bc} | 250 ^b | 264 ^c | 4,2 | *** | n.s. |
| Voeropname biggen: | | | | | | | |
| - melkkorrel (kg/toom) | 0,81 | 0,79 | 0,81 | 0,82 | 0,045 | n.s. | n.s. |
| - mengsel melk- + speenkorrel (kg/toom) | 0,69 ^a | 1,19 ^b | 0,67 ^a | 1,18 ^b | 0,086 | *** | n.s. |
| - speenkorrel (kg/toom) | 2,29 | 2,37 | 2,07 | 2,54 | 0,154 | # | n.s. |
| - totaal (kg/toom) | 3,79 ^a | 4,35 ^b | 3,55 ^a | 4,54 ^b | 0,210 | *** | n.s. |
| - totaal (kg/big) | 0,35 ^a | 0,40 ^b | 0,33 ^a | 0,42 ^b | 0,020 | *** | n.s. |
| Gewichtsverloop zeugen: | | | | | | | |
| - gewicht na werpen (kg) | 252,4 | 252,3 | 252,3 | 252,3 | | | |
| - gewicht bij spenen (kg) | 224,2 ^a | 228,0 ^a | 233,1 ^b | 227,1 ^a | 1,7 | n.s. | ** |
| - gewichtsafname (kg) | 28,2 ^a | 24,3 ^a | 19,2 ^b | 25,2 ^a | 1,7 | n.s. | ** |
| - gewichtsafname (%) | 11,2 ^a | 9,7 ^a | 7,7 ^b | 9,8 ^a | 0,64 | n.s. | ** |
| Voeropname zeugen: | | | | | | | |
| - werpen tot spenen (kg) | 135,1 ^a | 146,1 ^b | 144,6 ^b | 151,9 ^c | 2,51 | ** | n.s. |
| - gemiddeld per dag (kg) | 5,03 ^a | 5,43 ^b | 5,37 ^b | 5,66 ^c | 0,08 | ** | n.s. |

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Signif = significantie; n.s. = niet significant; # = (p < 0,10); * = (p < 0,05); ** = (p < 0,01); *** = (p < 0,001)

³ Seiz = seizoenseffect

⁴ Inter = effect van de interactie tussen seizoen en proefbehandeling

⁵ Verschillende letters op één rij geven significante verschillen aan

Het seizoen (zomer- versus winterperiode) blijkt van invloed op een aantal technische resultaten. Zo groeien de biggen in de zomerperiode bij zeugen op gekoelde vloeren bijna 20 gram per dag sneller dan bij zeugen op niet gekoelde vloeren. In de winterperiode tendeert (p=0,09) de biggengroei naar hoger bij zeugen op gekoelde vloeren ten opzichte van de groei van biggen bij zeugen op niet gekoelde vloeren. Hierdoor is het speengewicht van biggen in de zomerperiode ongeveer 0,5 kg hoger bij zeugen op gekoelde vloeren en tendeert (p=0,08) het speengewicht van de biggen in de winterperiode bij zeugen op een gekoelde vloer naar hoger dan bij zeugen die niet op een gekoelde vloer waren gehuisvest in de winterperiode. De voeropname van de biggen lag in de winterperiode hoger dan in de zomerperiode. Er is hierbij geen effect van vloerkoeling gevonden.

Het verschil in gewichtsafname van de zeugen bij het al dan niet koelen van een deel van de vloer onder de zeug ontstaat in de zomerperiode. Het verschil in gewichtsafname is dan ongeveer 3,5% ten gunste van de zeugen die op een gekoelde vloer liggen. In de winterperiode is er geen verschil in gewichtsafname van de zeugen bij het al dan niet koelen van de vloer. De voeropname van de zeugen is zowel in de zomer- als in de winterperiode hoger bij zeugen die op een gekoelde vloer gehuisvest waren. In de zomerperiode is het verschil ruim 0,3 kg voer per dag, in de winterperiode ruim 0,2 kg per dag.

Veterinaire behandelingen en uitval van biggen in de zoogperiode

De veterinaire behandelingen van de zeugen zijn vermeld in tabel 5.

Tabel 5 Veterinaire behandelingen van zeugen tijdens de kraamstalfase bij het al dan niet koelen van een gedeelte van de vloer in de zeugenbox

| | Géén vloerkoeling | Wel vloerkoeling | Significantie ¹ |
|-------------------------------|-------------------|------------------|----------------------------|
| Aantal zeugen | 115 | 114 | |
| Aantal veterinair behandeld | 22 (19,1%) | 28 (24,6%) | n.s. |
| Behandeld per reden: | | | |
| - geboortehulp | 5 | 14 | * |
| - baarmoederontsteking/vuilen | 10 | 8 | n.s. |
| - slecht eten | 3 | 1 | ² |
| - diversen | 4 | 5 | n.s. |

¹ Significantie: n.s. = niet significant; * = (p < 0,05)

² aantallen te laag om te toetsen

Er is geen verschil in totaal aantal veterinair behandelde zeugen bij het al dan niet koelen van een gedeelte van de vloer onder de zeug. Per reden van uitval is het aantal zeugen waarbij geboortehulp nodig was hoger wanneer er sprake was van koeling van de vloer onder de zeug. De oorzaak hiervan is niet bekend. Bij eerder onderzoek naar vloerkoeling (Van Wagenberg et al, 2004) is dit niet waargenomen. Bij de andere redenen van behandelen van zeugen was er geen verschil tussen beide proefgroepen.

In tabel 6 staan de uitval en veterinaire behandelingen van de biggen tijdens de zoogperiode vermeld.

Tabel 6 Uitval en veterinaire behandelingen van biggen tijdens de zoogperiode bij het al dan niet koelen van een gedeelte van de vloer in de zeugenbox

| | Géén vloerkoeling | Wel vloerkoeling | Significantie ¹ |
|-----------------------------|-------------------|------------------|----------------------------|
| Aantal tomen | 115 | 114 | |
| Beginaantal biggen | 1393 | 1378 | |
| Aantal uitgevallen | 144 (10,3%) | 139 (10,1) | n.s. |
| Uitval per reden: | | | |
| - doodliggen | 51 | 39 | n.s. |
| - niet levensvatbaar | 20 | 19 | n.s. |
| - achterblijven | 42 | 44 | n.s. |
| - diversen | 31 | 37 | n.s. |
| Aantal veterinair behandeld | 90 (6,5%) | 68 (4,9%) | # |
| Behandeld per reden: | | | |
| - kreupelheden | 21 ² | 15 | n.s. |
| - dun | 32 | 18 | * |
| - streptococcen | 15 | 12 | n.s. |
| - luchtwegaandoeningen | 5 | 5 | n.s. |
| - diarree | 5 ³ | 2 | n.s. |
| - diversen | 12 | 16 | n.s. |

¹ Significantie: n.s. = niet significant; # = (p < 0,10); * = (p < 0,05)

² waarvan 6 biggen uit één toom en 5 biggen uit één toom met streptococcen-infectie

³ alle 5 biggen zijn uit dezelfde toom

Er is geen verschil in totaal aantal uitgevallen biggen bij het al dan niet toepassen van vloerkoeling onder de zeug, en ook niet in aantal uitgevallen biggen per reden.

Het totaal aantal veterinaire behandelde biggen tendeert naar lager bij toepassing van vloerkoeling in het kraamhok. Dit wordt met name veroorzaakt door minder veterinaire behandelde biggen vanwege reden 'dun'. Het aantal veterinaire behandelde biggen bij de andere redenen was niet verschillend.

Naast individuele behandelingen van biggen is een aantal behandelingen op toomniveau uitgevoerd. Bij zeugen die op een niet gekoelde vloer lagen zijn in totaal 4 tomen behandeld: 2 vanwege diarree, 1 vanwege veel kreupele biggen en 1 vanwege een Streptococcen infectie. In totaal zijn 9 tomen behandeld van zeugen die op een gekoelde vloer waren gehuisvest. Dit betreft 4 tomen vanwege diarree en 5 tomen vanwege een Streptococcen infectie.

3.2 Technische resultaten biggen in de opfokperiode

In tabel 7 staan de technische resultaten van de biggen gedurende de opfokperiode vermeld.

Tabel 7 Technische resultaten in de opfokperiode van biggen die in de zoogperiode al dan niet in een kraamhok lagen waarbij een gedeelte van de vloer in de zeugenbox gekoeld werd

| | Geén vloerkoeling | Wel vloerkoeling | SEM ¹ | Significantie ² |
|--|-------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| Aantal dieren opgelegd | 333 | 339 | | |
| Aantal hokken opgelegd | 32 | 32 | | |
| Speenleeftijd (d) | 27,4 | 27,4 | | |
| Speengewicht (kg) | 8,1 | 8,6 | | |
| Eindgewicht (kg) | 23,5 | 24,0 | | |
| Groei (g/d) | 450 | 452 | 9,0 | n.s. |
| Voeropname (kg/d) | 0,66 | 0,65 | 0,014 | n.s. |
| Voederconversie | 1,47 | 1,44 | 0,010 | * |
| EW-opname (/d) | 0,74 | 0,73 | 0,016 | n.s. |
| EW-conversie | 1,65 | 1,61 | 0,011 | * |
| Verstreckte voerhoeveelheid per dier (kg): | | | | |
| - speenvoer | 1,6 | 1,5 | | |
| - biggenopfokvoer | 21,0 | 20,7 | | |

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Signif = significantie; n.s. = niet significant; * = ($p < 0,05$)

In de opfokperiode is er geen verschil in groeisnelheid en voer- en EW-opname tussen biggen die in de zoogperiode al dan niet bij een zeug met een gekoelde vloer hebben gelegen. De voeder- en EW-conversie zijn gunstiger bij biggen die in de zoogperiode in een kraamhok met vloerkoeling onder de zeug lagen. Het verschil in groeisnelheid van de biggen in de zoogperiode heeft niet geleid tot een hogere groeisnelheid en/of een hogere voeropname in de opfokperiode. Alhoewel groeisnelheid en voer- en EW-opname in de opfokperiode niet aantoonbaar verschillen tussen de biggen uit beide proefbehandelingen leidt dit, doordat deze absoluut gezien iets gunstiger zijn, tot een aantoonbaar gunstigere voeder- en EW-conversie bij de biggen die in de zoogperiode in een kraamhok met vloerkoeling onder de zeug hebben gelegen. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat deze biggen gemiddeld 0,5 kg zwaarder waren bij spenen.

In tabel 8 staan de uitval en veterinaire behandelingen van de biggen tijdens de opfokperiode vermeld. Dit betreft individueel behandelde dieren.

Tabel 8 Uitval en veterinaire behandelingen in de opfokperiode van biggen die in de zoogperiode al dan niet in een kraamhok lagen waarbij een gedeelte van de vloer in de zeugenbox gekoeld werd

| | Geén vloerkoeling | | Wel vloerkoeling | | Significantie ² |
|-----------------------------|-------------------|---|------------------|---|----------------------------|
| Aantal dieren opgelegd | 333 | | 339 | | |
| Aantal hokken opgelegd | 32 | | 32 | | |
| Aantal uitgevallen | 14 (4,2%) | | 6 (1,8%) | | # |
| Uitval per reden: | | | | | |
| - streptococcen | - | 8 | - | 3 | n.s. |
| - kreupelheden | - | 1 | - | 1 | ² |
| - achterblijven | - | 1 | - | 1 | ² |
| - luchtwegaandoeningen | - | 1 | - | 0 | ² |
| - diversen | - | 3 | - | 1 | ² |
| Aantal veterinair behandeld | 22 (6,6%) | | 10 (2,9%) | | * |
| Behandeld per reden: | | | | | |
| - streptococcen | - | 6 | - | 3 | n.s. |
| - kreupelheden | - | 8 | - | 4 | n.s. |
| - luchtwegaandoeningen | - | 3 | - | 0 | ² |
| - diversen | - | 5 | - | 3 | n.s. |

¹ Significantie: n.s. = niet significant ; # = (p < 0,10); * = (p < 0,05)

² aantallen te laag om te toetsen

Er is een tendens (p=0,06) tot meer uitgevallen biggen in de opfokperiode bij de biggen die in de zoogperiode in een kraamhok zonder vloerkoeling onder de zeug waren gehuisvest. Per reden van uitval zijn de aantallen veelal te laag om uitspraken over te kunnen doen.

Het totaal aantal veterinair behandelde biggen is lager wanneer deze biggen in de zoogperiode in een kraamhok met vloerkoeling onder de zeug waren gehuisvest. Per reden van behandelen zijn er geen verschillen tussen biggen uit beide proefgroepen.

Naast individuele behandeling van dieren zijn enkele hokbehandelingen uitgevoerd. In de eerste ronde zijn in eerste instantie twee hokken in de controlegroep (geen vloerkoeling in de zeugenbox) behandeld vanwege streptococcen. Vervolgens is de hele afdeling (via het drinkwater) gemedicineerd. In ronde 4 zijn alle hokken (dus zowel van de controlegroep als de proefgroep) gedurende zeven dagen via het drinkwater gemedicineerd in verband met luchtwegaandoeningen.

Het totaal aantal uitgevallen biggen tendeert naar lager en het aantal veterinair behandelde biggen is significant lager wanneer de biggen in de zoogperiode in een kraamhok met vloerkoeling onder de zeug lagen. In de zoogperiode was er geen verschil in aantal uitgevallen biggen, het aantal veterinair behandelde biggen tenderde naar lager. Voor de biggen lijkt vloerkoeling onder de zeug in het kraamhok dus zeker niet ongunstiger.

3.3 Resultaten zeugen in de volgende cyclus

In tabel 9 staan de resultaten van de zeugen vanaf het spenen vermeld. De zeugen zijn in principe gevolgd tot de volgende worp. Indien zeugen eerder afgevoerd zijn is de reden van afvoer vermeld.

Tabel 9 Resultaten van zeugen vanaf spenen tot de volgende worp of tot afvoer bij het al dan niet koelen van een gedeelte van de vloer in de zeugenbox in de voorafgaande lactatieperiode

| | Geén vloerkoeling | Wel vloerkoeling | Significantie ¹ |
|---|-------------------|------------------|----------------------------|
| Aantal zeugen gespeend | 115 | 114 | |
| Aantal zeugen afgevoerd bij spenen ² | 10 | 10 | |
| Aantal zeugen na spenen geïnsemineerd | 105 | 104 | |
| Gemiddeld interval spenen – 1 ^e inseminatie | 5,9 | 5,9 | n.s. |
| <i>Interval spenen – 1^e inseminatie in klassen:</i> | | | <i>n.s.</i> |
| <= 4 dgn | 3 | 0 | |
| 5 dgn | 67 | 70 | |
| 6 dgn | 29 | 30 | |
| 7 – 10 dgn | 3 | 1 | |
| > 10 dgn | 3 | 3 | |
| Aantal zeugen afgevoerd na 1 ^e inseminatie | 12 | 7 | n.s. |
| Reden van afvoer: | | | |
| - terugkomen | 4 | 4 | |
| - gust | 3 | 1 | |
| - beenwerkproblemen | 1 | 1 | |
| - diversen | 4 | 1 | |
| <i>Resultaten zeugen volgende worp, met worp van eerste inseminatie:</i> | | | |
| Aantal zeugen | 83 | 89 | |
| Worpnummer | 4,5 | 4,5 | |
| Totaal geboren biggen ³ | 14,6 | 15,5 | # |
| Levend geboren biggen | 12,7 | 13,7 | * |
| Geboortegewicht levend geboren biggen (kg) | 1,44 | 1,40 | n.s. |
| Toomgewicht biggen ⁴ (kg) | 19,3 | 20,3 | # |
| <i>Resultaten zeugen volgende worp, met worp van herinseminatie:</i> | | | |
| Aantal zeugen | 10 | 7 | |
| Worpnummer | 3,8 | 3,4 | |
| Totaal geboren biggen ³ | 14,9 | 15,3 | |
| Levend geboren biggen | 13,2 | 13,7 | |
| Geboortegewicht levend geboren biggen (kg) | 1,44 | 1,45 | |
| Toomgewicht biggen ⁴ (kg) | 20,9 | 21,3 | |

¹ Significantie: n.s. = niet significant ; # = (p < 0,10); * = (p < 0,05)

² Zeugen zijn in de zoogperiode al uitgeselecteerd vanwege tegenvallende productie, slecht uier of beenwerkproblemen, en direct na spenen afgevoerd

³ Totaal geboren biggen = levend geboren + doodgeboren + gemummificeerde biggen

⁴ Toomgewicht biggen = totaal geboortegewicht van de levend én doodgeboren biggen

Er is geen verschil in interval spenen – eerste inseminatie tussen zeugen die in de zoogperiode al dan niet op een gekoelde vloer waren gehuisvest. Bij zeugen die een volgende worp hebben gebracht van eerste inseminatie tendeert het totaal aantal geboren biggen in die worp naar hoger bij zeugen die in de voorafgaande zoogperiode op een gekoelde vloer waren gehuisvest. Het aantal levend geboren biggen is hoger in de volgende worp wanneer de zeug op een gekoelde vloer was gehuisvest. Ook het toomgewicht, het totale geboortegewicht van de levend en doodgeboren biggen, in de volgende worp tendeert naar hoger wanneer de zeug in de voorafgaande zoogperiode op een gekoelde vloer was gehuisvest.

Bij de zeugen die geworpen hebben van een herinseminatie wordt een vergelijkbaar beeld gezien als bij de zeugen die geworpen hebben van eerste inseminatie, alhoewel de absolute verschillen duidelijk kleiner zijn. Omdat dit relatief weinig zeugen betreft zijn deze gegevens niet geanalyseerd.

In tabel 10 zijn de resultaten van de volgende worp weergegeven per proefbehandeling en per seizoen waarin de worp in de proefperiode plaatsvond.

Tabel 10 Resultaten van zeugen vanaf spenen tot de volgende worp of tot afvoer die in de proefperiode hebben geworpen in de zomer- dan wel winterperiode, bij het al dan niet koelen van een gedeelte van de vloer in de zeugenbox

| Proefbehandeling Seizoen | Geén vloerkoeling | | Wel vloerkoeling | | Significantie ¹ | |
|---|-------------------|--------|------------------|--------|----------------------------|--------------------|
| | zomer | winter | zomer | winter | Seiz ² | Inter ³ |
| Aantal zeugen gespeend | 57 | 58 | 57 | 57 | | |
| Aantal zeugen afgevoerd bij spenen ⁴ | 7 | 3 | 5 | 5 | | |
| Aantal zeugen na spenen geïnsemineerd | 50 | 55 | 52 | 52 | | |
| Gemiddeld interval spenen – 1 ^e inseminatie | 6,0 | 5,8 | 5,5 | 6,2 | n.s. | n.s. |
| <i>Interval spenen – 1^e inseminatie in klassen:</i> | | | | | | |
| ≤ 4 dgn | 2 | 1 | 0 | 0 | n.s. | n.s. |
| 5 dgn | 33 | 34 | 40 | 30 | | |
| 6 dgn | 13 | 16 | 11 | 19 | | |
| 7 – 10 dgn | 0 | 3 | 0 | 1 | | |
| > 10 dgn | 2 | 1 | 1 | 2 | | |
| Aantal zeugen afgevoerd na 1 ^e inseminatie | 8 | 4 | 7 | 0 | ** | n.s. |
| <i>Reden van afvoer:</i> | | | | | | |
| - terugkomen | 4 | 0 | 4 | 0 | | |
| - gust | 2 | 1 | 1 | 0 | | |
| - beenwerkproblemen | 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| - diversen | 2 | 2 | 1 | 0 | | |
| <i>Resultaten zeugen volgende worp, met worp van eerste inseminatie:</i> | | | | | | |
| Aantal zeugen | 35 | 48 | 40 | 50 | | |
| Worppnummer | 4,5 | 4,5 | 4,7 | 4,4 | | |
| Totaal geboren biggen ⁵ | 14,2 | 15,1 | 15,3 | 15,7 | n.s. | n.s. |
| Levend geboren biggen | 12,3 | 13,2 | 13,9 | 13,7 | n.s. | n.s. |
| Geboortegewicht levend geboren biggen (kg) | 1,44 | 1,44 | 1,40 | 1,41 | n.s. | n.s. |
| Toomgewicht biggen ⁶ (kg) | 18,5 | 20,3 | 20,2 | 20,8 | # | n.s. |
| <i>Resultaten zeugen volgende worp, met worp van herinseminatie:</i> | | | | | | |
| Aantal zeugen | 7 | 3 | 5 | 2 | | |
| Worppnummer | 3,1 | 5,3 | 3,0 | 4,5 | | |
| Totaal geboren biggen ⁵ | 14,6 | 15,7 | 15,6 | 14,5 | | |
| Levend geboren biggen | 13,3 | 13,0 | 14,4 | 12,0 | | |
| Geboortegewicht levend geboren biggen (kg) | 1,48 | 1,37 | 1,55 | 1,19 | | |
| Toomgewicht biggen ⁶ (kg) | 21,1 | 20,5 | 23,1 | 16,7 | | |

¹ Significantie: n.s. = niet significant ; # = (p < 0,10)

² Seiz = seizoenseffect

³ Inter = effect van de interactie tussen seizoen en proefbehandeling

⁴ Zeugen zijn in de zoogperiode al uitgeselecteerd vanwege tegenvallende productie, slecht uier of beenwerkproblemen, en direct na spenen afgevoerd

⁵ Totaal geboren biggen = levend geboren + doodgeboren + gemummificeerde biggen

⁶ Toomgewicht biggen = totaal geboortegewicht van de levend én doodgeboren biggen

Het aantal zeugen dat na spenen van de worp in de proef is afgevoerd is hoger geweest in de zomerperiode. Er is geen verschil in interval spenen – eerste inseminatie tussen de zeugen die hebben geworpen in de zomer- of de winterperiode.

Er zijn geen verschillen gevonden ten aanzien van de resultaten in de volgende worp tussen zeugen die de voorafgaande worp in de zomer- dan wel winterperiode hebben gebracht. Er is alleen een tendens (p=0,08) tot een hoger toomgewicht wanneer de voorafgaande worp in de winterperiode is gebracht.

3.4 Klimaatparameters

De buitentemperatuur, de ruimtetemperatuur en het ventilatiedebiet gedurende de verschillende rondes zijn weergegeven in tabel 11.

Tabel 11 Buitentemperatuur, ruimtetemperatuur in de kraamafdeling en het ventilatiedebiet gedurende de verschillende rondes (tussen haakjes de standaarddeviatie als maat voor de spreiding)

| Ronde | Datum Inleg zeugen | Buiten- temperatuur (°C) | Ruimte- temperatuur (°C) | Ventilatiedebiet per zeug (m ³ /h) |
|-------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 20-07-2006 | 18,6 | 26,4 (2,4) | 179 (33) |
| 2 | 31-08-2006 | 17,4 | 25,5 (2,3) | 173 (26) |
| 3 | 12-10-2006 | 12,3 | 24,4 (1,7) | 145 (41) |
| 4 | 23-11-2206 | 11,3 | 23,8 (1,0) | 135 (44) |
| 5 | 15-02-2007 | 11,9 | 24,1 (1,5) | 147 (35) |
| 6 | 31-05-2007 | 18,4 | 26,1 (2,0) | 173 (40) |
| 7 | 12-07-2007 | 18,1 | 25,9 (2,6) | 170 (26) |
| 8 | 31-08-2007 | 17,4 | 25,3 (2,1) | 161 (29) |
| 9 | 13-09-2007 | 14,3 | 25,3 (1,9) | 153 (31) |
| 10 | 30-11-2007 | 11,9 | 24,2 (0,8) | 147 (36) |

De ruimtemperatuur blijkt in alle rondes gemiddeld hoger te zijn dan 23,8 °C. Dit terwijl de streefwaarde ruimtetemperatuur rond werpen op 23 °C ingesteld is en op het eind van de zoogperiode op 20 °C. Bij de gemeten ruimtetemperaturen hoort dus een hoog ventilatiedebiet. Dit is kenmerkend voor een afdeling met een hoge interne warmteproductie. In kraamafdelingen wordt deze hoge warmteproductie veroorzaakt door de zeugen. Omdat het een afdeling met mestpanventilatie betrof, kwam verse lucht direct bij de kop van de zeug de afdeling binnen en was de lucht daar koeler dan de in de tabel weergegeven ruimtetemperatuur. Uit eerder onderzoek (Van Wageningen et al., 2000) bleek dat deze temperatuur meestal 5 tot 6 °C lager is.

3.5 Energieopbrengst uit het cool –sow systeem

De energieopbrengst, ontstaan doordat de zeug warmte afgeeft aan het koelwater, is vermeld in tabel 12. In ronde 5 waren de metingen niet betrouwbaar door een storing aan de meetapparatuur. Weergegeven is de bruto warmteafgifte. Dit is de warmte-afgifte van de zeug plus van haar omgeving. De afgifte van de omgeving zelf is bepaald in een lege warme afdeling. Deze bedroeg 41 Watt per kraamhok. Deze is als correctiefactor afgetrokken van de totale gemeten warmteafgifte zodat de warmte-afgifte van de zeug overblijft.

Tabel 12 Energieopbrengst door warmteafgifte van de zeug bij het toepassen van het cool-sow systeem

| Ronde | Datum Inleg zeugen | Bruto Watt per zeug | Correctiefactor | Watt per zeug na correctie |
|-----------|-----------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 20-07-2006 | 133 | 41 | 92 |
| 2 | 31-08-2006 | 92 | 41 | 51 |
| 3 | 12-10-2006 | 33 | 41 | 0 |
| 4 | 23-11-2206 | 6 | 41 | 0 |
| 5 | 15-02-2007 | - | - | - |
| 6 | 31-05-2007 | 102 | 41 | 61 |
| 7 | 12-07-2007 | 120 | 41 | 79 |
| 8 | 31-08-2007 | 93 | 41 | 52 |
| 9 | 13-09-2007 | 77 | 41 | 36 |
| 10 | 30-11-2007 | 45 | 41 | 4 |
| Gemiddeld | | 78 | 41 | 37 |

- geen metingen van

De totale warmteproductie van kraamzeugen kan oplopen tot 700 Watt. Normaal gesproken is bij binnentemperaturen tussen de 20 en 25 °C ongeveer 50 % voelbare warmteproductie (afkoeling van het lichaam door opwarming van lucht en vloer). De rest betreft latente warmteproductie door verdamping van water via de ademhaling en door de huid. Per zeug is gemiddeld 37 Watt warmte per kraamstalperiode afgegeven aan het koelwater. In de zomer is dit beduidend hoger (67 Watt) dan in de winter (10 Watt). Via het cool-sow systeem wordt dus afhankelijk van het seizoen 0 tot 26 % van de voelbare warmteproductie van de zeug afgevoerd. Deze percentages zijn iets lager dan bij eerdere onderzoeken (Van Wagenberg et al., 2000 en Van Wagenberg et al, 2004). Dit wordt vooral veroorzaakt door de winterperiode.

4 Economisch perspectief

Voor een goede inschatting van het economisch perspectief van het cool-sow systeem zijn berekend:

- de extra inkomsten door de verbeterde productieresultaten;
- de indicatieve extra jaarkosten van het cool-sow systeem;
- de extra voerkosten;
- de potentiële energiebesparing bij hergebruik van de vrijgekomen warmte door toepassing van een warmtepomp.

Extra inkomsten door verbetering van de productieresultaten

Een aantal technische kengetallen is verbeterd bij zeugen die tijdens de lactatieperiode gehuisvest waren op een gekoelde vloer. Bij het bepalen van het economisch perspectief is uitsluitend de meeropbrengst, bepaald van het verschil in levend geboren biggen in de volgende worp. Dit verschil was gemiddeld 1 big per worp ten gunste van zeugen gehuisvest op gekoelde vloeren.

Eén levend geboren big per worp extra betekent op jaarbasis 22,30 euro hogere opbrengsten per gemiddeld aanwezige zeug (conform de normen en economische waarderingen voor de rentabiliteitsindex 2007 en het productiegetal 2008) .

Indicatieve berekening van de extra jaarkosten

In tabel 13 staan de indicatieve meerkosten van het cool-sow systeem voor een bedrijf van 400 zeugen, uitgaande van nieuwbouw inclusief BTW (Van Wagenberg et al, 2004).

Tabel 13 Indicatieve berekening van de meerkosten van het cool-sow systeem, 400 zeugen, nieuwbouw (inclusief BTW)

| | Investering (euro) | Afschrijving (jaar) | Onderhoud (%) | Rente (%) | Jaarkosten (euro) |
|---|-----------------------|------------------------|------------------|--------------|----------------------|
| Warmtepomp (warmteafgifte van 20 kW) | 5.860 | 6 | 2 | 4 | 1.211 |
| Besturing | 2.500 | 6 | 2 | 4 | 517 |
| Cool-sow vloeren (25 euro per kraamhok) | 2.000 | 20 | 1 | 4 | 160 |
| Leidingwerk en afsluiters (75 euro per kraamhok) | 8.000 | 20 | 1 | 4 | 640 |
| Waterpomp en frequentieregelaar | 2.500 | 10 | 2 | 4 | 350 |
| Warmtewisselaar in de bodem (15 kW) | 12.500 | 10 | 1 | 4 | 1.625 |
| Extra Twinbuizen in biggenopfokstal (3 euro per plaats) | 2.880 | 15 | 1 | 4 | 278 |
| Extra Twinbuizen in kraamafdeling (20 euro per kraamhok) | 1.600 | 15 | 1 | 4 | 156 |
| Totaal (euro) | 37.840 | | | | 4.936 |
| Meerkosten (euro) | | | | | |
| • per kraamhok | 473 | | | | 62 |
| • per productieve zeug | 95 | | | | 12 |

De extra investeringskosten voor het cool-sow systeem inclusief warmtepomp en warmtewisselaar in de bodem worden geschat op 473 euro per kraamhok. Hieruit volgen extra jaarkosten van 12 euro per productieve zeug per jaar.

De extra voerkosten

De lacterende zeugen nemen per lactatie gemiddeld circa 7,8 kg meer voer op in het kraamhok. Uitgaande van een worpindex van 2,35 en een kostprijs van het lactovoer van 22 euro per 100 kg (KWIN 2008-2009) bedragen de extra voerkosten per gemiddeld aanwezige zeug per jaar 4,03 euro.

De potentiële energiebesparing bij toepassing van een warmtepomp

De warmte die aan de vloer onttrokken wordt zou via een warmtepomp naar een hoger temperatuurniveau gebracht kunnen worden (circa 50 °C), waardoor de warmte ingezet kan worden voor stalverwarming. Met een eerder ontwikkelde berekeningsmethode (Van Wagenberg et al, 2001) is voor een zeugenbedrijf met 400 productieve zeugen (80 kraamhokken) berekend welke besparing op energiekosten gehaald kan worden. De kostenbesparing is in eerder onderzoek berekend op 7 euro per productieve zeug per jaar (Van Wagenberg et al, 2004). Uitgangspunt bij deze energetische berekening was een warmtepomp met een maximale warmteafgifte van 19,2 kW, een maximaal koelvermogen van 15 kW en een COP van 4,5 (1 kWh opgenomen elektrisch vermogen door de warmtepomp levert 4,5 kWh warmte). Daarnaast is in de berekening uitgegaan van een frequentie geregelde pomp in de warmtewisselaar met een gemiddeld opgenomen vermogen van 0,5 kW.

Samengevat per gemiddeld aanwezige zeug per jaar

- extra opbrengsten
 - door meer levend geboren biggen 22,30 euro
 - energiebesparing 7,00 euro
- extra kosten
 - jaarkosten door cool-sow systeem 12,00 euro
 - extra voerkosten 4,00 euro

Het economisch voordeel van het cool-sow systeem is dus in deze berekening 13,30 euro per gemiddeld aanwezige zeug per jaar. Dit economisch voordeel geldt onder de beschreven onderzoeksomstandigheden. In de praktijk gelden vaak andere omstandigheden waardoor dit economisch voordeel kan variëren.

5 Praktijktoeepassing

Hieronder staat een aantal aspecten met betrekking tot de betekenis van dit onderzoek voor de praktijk.

- Het berekende economisch voordeel geldt onder de beschreven onderzoeksomstandigheden. In de praktijk gelden vaak andere omstandigheden waardoor dit economisch voordeel kan veranderen. Zo is bijvoorbeeld niet bekend in hoeverre de gevonden verschillen van toepassing zijn bij andere kruisingstypes, andere toegepaste voeders, andere voerfrequentie of een andere speenleeftijd.
- Het onderzoek is uitgevoerd in afdelingen met mestpanventilatie. De verse lucht was geconditioneerd en kwam direct bij de kop van de zeug de afdeling binnen. Bij ventilatiesystemen die minder effectief de verse lucht bij de neus van de zeug brengen (bijvoorbeeld plafondventilatie), is naar verwachting het effect van het cool-sow systeem groter.
- Het cool-sow systeem was geïntegreerd in een gegalvaniseerde metalen driekant (rooster)vloer zonder extra antislip profiel. Een gegalvaniseerd driekantrooster zonder extra antislip profiel geeft een minder goede grip voor de zeug bij het gaan opstaan of gaan liggen dan een gietijzeren rooster. Het verdient dan ook de voorkeur het cool-sow systeem te integreren in een gietijzeren (rooster)vloer.
- Afhankelijk van de uitvoering van het cool-sow systeem (bijvoorbeeld wel of geen warmtepomp) kan het financieel aantrekkelijk zijn om alleen in warmere perioden de ligvloer onder de zeug te koelen.
- Met betrekking tot de implementatie van het cool-sow systeem in de praktijk is het wenselijk een “stekker klaar” systeem te ontwikkelen ten aanzien van de koeling met water. Dit zowel met toepassing van grondwater als met leidingwater als met en zonder warmtepomp.
- In dit onderzoek zijn geen lange termijn effecten onderzocht bij zeugen, bijvoorbeeld wanneer die hun gehele leven tijdens de kraamfase op gekoelde vloeren gehuisvest worden. Hierdoor is niet bekend of de gevonden verschillen ook gelden bij het standaard toepassen van vloerkoeling. Het is mogelijk dat de verschillen dan iets kleiner zijn.

6 Conclusies

Op basis van dit onderzoek wordt voor lacterende zeugen, gehuisvest op het cool-sow systeem, en bijbehorende biggen het volgende geconcludeerd:

- een hogere voeropname tijdens de lactatie van gemiddeld 0,3 kg per dag. Ten aanzien van dit kenmerk is geen seizoenseffect aangetoond.
- Een lager gewichtsverlies tijdens de lactatie van gemiddeld 1,5 %. Ten aanzien van dit kenmerk is een seizoenseffect aangetoond. In de zomerperiode is dit verschil circa 3,5%, in de winter is er geen verschil.
- Een hoger speengewicht van de biggen van gemiddeld 0,4 kg. Ten aanzien van dit kenmerk is een seizoenseffect aangetoond. In de zomerperiode is dit verschil gemiddeld 0,5 kg en in de winter gemiddeld 0,2 kg.
- Een tendens tot een lager aantal veterinaire behandelde zuigende biggen.
- In de volgende worp gemiddeld 1 levend geboren big meer (bij worpen van eerste inseminatie). Ten aanzien van dit kenmerk is geen seizoenseffect aangetoond.

Er zijn geen verschillen in uitvalspercentage van de zuigende biggen en aantal veterinaire behandelde lacterende zeugen tussen de beide proefbehandelingen.

De biggen van zeugen die tijdens de lactatie gehuisvest waren op een cool-sow systeem realiseerden in de opfokperiode:

- Een gunstigere voeder- en EW-conversie (respectievelijk 0,03 en 0,04).
- Een lager percentage veterinaire behandelde biggen (verschil is 2,3%).
- Een tendens tot een lager uitvalspercentage van biggen.

Er is geen verschil in groeisnelheid en voer- en EW-opname van de gespeende biggen.

In hoeverre de gevonden effecten ook gelden wanneer zeugen hun hele leven tijdens de kraamfase op gekoelde vloeren gehuisvest worden is niet bekend.

Per zeug is gemiddeld 37 Watt per kraamstalperiode aan warmte afgegeven aan het koelwater. In de zomer was dit beduidend hoger (67 Watt) dan in de winter (10 Watt).

Het economisch voordeel van het cool-sow systeem is berekend op 13,30 euro per gemiddeld aanwezige zeug per jaar. Het berekende economisch voordeel geldt onder de beschreven onderzoeksomstandigheden. In de praktijk gelden vaak andere omstandigheden waardoor dit economisch voordeel kan veranderen.

Literatuur

Van Wagenberg, A.V., P.J.P.W. Claessen, G.P. Binnendijk. 2005. Optimaal klimaat en energiebesparing in de kraamstal: vloerkoeling voor zeugen, PraktijkRapport Varkens 44, Animal Sciences Group Wageningen UR, Lelystad.

Van Wagenberg, A.V., A.J.A. Aarnink en M. Timmerman. 2001. Haalbaarheidsstudie naar de toepassing van warmtepompen in de varkenshouderij, Intern Rapport 471, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.

Van Wagenberg, A.V., J.H.C. Rooseboom, A.I.J. Hoofs, M.A.H.H. Smolders en P.F.M.M. Roelofs. 2000. Het praktisch en technisch functioneren van mestpanventilatie in kraamafdelingen. Rapport P1.241.

Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2008-2009 (KWIN), Handboek 6 2008, Animal Sciences Group Wageningen UR, Lelystad.